

На правах рукописи



Шахгельдян Карина Иосифовна

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
УЧРЕЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Специальность 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (образование)

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени доктора технических наук

Москва
2009

Работа выполнена в ФГОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»

Научный консультант: доктор физико-математических наук,
профессор **Клещев Александр Сергеевич**

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
Игнатова Ирина Гургеновна

доктор технических наук, профессор,
Куракин Дмитрий Владимирович

доктор технических наук, профессор,
Ретинская Ирина Владимировна

Ведущая организация: Восточно-Сибирский государственный
технологический университет

Защита состоится 29 января 2010 г. в 13-00 часов на заседании объединенного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций ДМ 008.004.02 при Учреждении Российской академии образования «Институт информатизации образования» по адресу: 119121, г. Москва, ул. Погодинская, д. 8.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Учреждения Российской академии образования «Институт информатизации образования».

Автореферат разослан «28» декабря 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
ДМ 008.004.02
доктор педагогических
наук, кандидат технических
наук, профессор



О.А. Козлов

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Основной задачей автоматизации высшего образовательного учреждения является разработка, внедрение, сопровождение и эксплуатация автоматизированной информационной системы (АИС). В настоящее время АИС является обязательным компонентом деятельности образовательного учреждения, поддерживает управление процессами, обеспечивает доступ к данным и принятие решений.

Основной задачей АИС является автоматизация ключевых областей деятельности вуза: управление учебным процессом, поддержка проведения образовательного процесса, управление научными исследованиями, административное управление, управление финансами и управленческий учет, управление информационными ресурсами.

Российские вузы в настоящее время функционируют в условиях модернизации отечественного образования и претерпевают кардинальные изменения, связанные с вхождением России в Болонский процесс, расширением деятельности вузов на области среднего, начального и дополнительного образования, внедрением ЕГЭ, модульной, кредитной и рейтинговой систем. Анализ процессов деятельности вуза позволяет выделить несколько закономерностей.

Во-первых, большинство процессов вуза подвержены постоянным изменениям, особенно остро эта задача стоит в управлении учебным процессом. Во-вторых, в вузе имеется большое число процессов, причем из разных областей, и они жестко связаны друг с другом по данным и по функциональности. В-третьих, активную роль в процессах вуза играют все сотрудники и студенты, а также абитуриенты и их родители, поэтому число пользователей АИС велико, и, кроме того, контингент пользователей постоянно меняется. В-четвертых, требования к срокам автоматизации являются достаточно жесткими и не могут быть изменены, что обусловлено производственной необходимостью (графиком учебного процесса, приказами Министерства образования и науки).

Основными требованиями к АИС вуза, исходя из анализа процессов, являются:

- поддержка автоматизации широкого спектра процессов деятельности вуза, их постоянных изменений в ограниченные сроки;
- поддержка интеграции данных и приложений, реализующих функциональность процессов, для обеспечения жестких взаимосвязей между процессами и данными;
- поддержка управления большим числом часто меняющихся пользователей и правилами их доступа к ресурсам АИС;
- обеспечение решения всех требований к АИС на основе единого подхода, позволяющего реализовать эффективные разработку, сопровождение (в том числе и модификацию) и эксплуатацию системы в ограниченные сроки.

Эти требования значительно повышают сложность АИС, а также сложность процессов ее разработки, сопровождения и эксплуатации, поэтому проблема эффективности процесса автоматизации вуза, включающего разработку,

сопровождение и эксплуатацию АИС, приобретает особую важность. Эффективность автоматизации определяется объемом затрат (временных и людских ресурсов, а также программно-технических средств), необходимых для обеспечения процессов разработки, сопровождения и эксплуатации АИС вуза. Повышение эффективности возможно за счет снижения объема необходимых для реализации этих процессов затрат.

Большинство работ по методам повышения эффективности автоматизации связаны с проектированием и программированием информационных систем (ИС). Но как показали работы зарубежных ученых (С. Herring, С.В. Seaman, Т.М. Pigosky) основные усилия (более 80%) тратятся на этапы сопровождения и эксплуатации ИС. Методы, которые рассматриваются в литературе для решения проблем сопровождения, связаны с эффективностью модификации кода программ, выявлением ошибок в программах. Но часто этого недостаточно для обеспечения эффективного сопровождения и эксплуатации АИС вуза.

Учеными В.Н. Васильев, И.Г. Игнатова, Л.А. Крукиер, Г.С. Курганская, Р.Л. Смелянский, А. Berg, J. Kohutkova исследуются особенности разработки АИС вузов: вопросы автоматизации в области административного управления вузом, управления учебным процессом и научными исследованиями. Как показал анализ, существующие АИС вузов далеки от вышеопределенных требований, и им свойственно основное противоречие: чем больше процессов автоматизировано, тем сложнее автоматизировать новые процессы, так как необходимы большие затраты по обеспечению функционирования (сопровождения и эксплуатации) уже автоматизированных процессов. Во многих случаях в хорошо развитой АИС (когда система является действительным инструментом труда сотрудников, средством обучения студентов, автоматизирует широкий спектр процессов вуза) автоматизация новых процессов прекращается ввиду отсутствия для этого ресурсов. Но даже в такой ситуации сопровождение и эксплуатация АИС вызывает большие затруднения, так как частота и масштаб необходимых изменений велики.

Чтобы снизить затраты на сопровождение и эксплуатацию, архитектура АИС вуза должна поддерживать быстрые изменения и расширения функциональности, а также позволять автоматически распределять нагрузку и обеспечивать высокую производительность, качество данных, безопасность доступа. В качестве подхода к построению адаптируемой архитектуры С. Herring предлагает использовать компонентную модель. Однако за рамками исследований остаются вопросы управления компонентами, реализующими функциональность, когда их количество делает невозможным ручное управление, распределения нагрузки в системе с компонентной архитектурой, обеспечения безопасного доступа к компонентам.

Важнейшей задачей обеспечения эффективного сопровождения АИС является обеспечение настраиваемых процессов. Для управления процессами предложены коммерческие решения класса BPMS. Тем не менее, не решена проблема полной настройки процессов на уровне пользователей (задачи маршрутизации, управления доступом и контроля исполнения).

В АИС вуза задача управления пользователями с точки зрения проблем сопровождения и эксплуатации стоит особенно остро, так как число пользователей и изменений не допускает ручного управления, поэтому несмотря на наличие ролевых моделей управления доступом, предложенных D. Ferraiolo, R. Sandhu, актуальным остается проблема управления доступом на основе правил и автоматизация поддержки актуальности прав доступа.

В АИС вуза проблема интеграции данных, обусловленная необходимостью поддержки жесткой интеграции между процессами, особенно остро стоит на этапах сопровождения и эксплуатации системы. В решение проблем интеграции данных и связанных с ними проблем качества данных большой вклад внесли такие ученые как: А.Н. Бездушный, Л.А. Калиниченко, В.А. Серебряков, А. Halevy, Y. Wand, R. Wang. Тем не менее, за рамками исследований остались отдельные вопросы автоматизации интеграции данных и поддержки качества.

В последние годы все больший интерес представляют методы описания предметной области, основанные на онтологиях. Большой вклад в разработку и использование таких методов внесли российские и зарубежные ученые А.Н. Бездушный, Т.А. Гаврилова, Л.А. Калиниченко, А.С. Клещев, В.А. Серебряков, T.R. Gruber, N. Guarion, L. Stojanovic, M. Uschold, Y. Wand, ученые компаний Hewlett Packard, Oracle, IBM, Microsoft, Sun Microsystems.

С точки зрения разработки эффективно сопровождаемой системы интерес к онтологическому подходу обусловлен следующими факторами: во-первых, онтологии позволяют формализовать описание предметной области, а также правил поведения системы, что в свою очередь позволяет легко их модифицировать. Во-вторых, онтологии являются адаптером между пользователем и системой, что позволяет автоматически менять поведение системы при изменении формальных описаний. В-третьих, онтологии позволяют описать любые взаимосвязи между компонентами, что в свою очередь позволит разработать комплексную модель системы, автоматизирующей деятельность образовательного учреждения, о необходимости которой свидетельствуют исследования некоторых ученых. Поэтому в качестве основного подхода построения модели автоматизированной системы, обеспечивающей решение основных задач, стоящих перед разработчиками эффективно сопровождаемой и эксплуатируемой АИС вуза, выбран онтологический подход.

Таким образом, **проблема**, решение которой рассматривается в работе, состоит в повышении эффективности автоматизации, а, следовательно, в снижении затрат, необходимых для разработки, сопровождения и эксплуатации автоматизированной информационной системы вуза.

Цель работы

Целью диссертационной работы является разработка теоретических принципов и методов повышения эффективности автоматизации учреждений высшего профессионального образования, обеспечивающих эффективное сопровождение, эксплуатацию и разработку автоматизированной информационной системы вуза: методов автоматизации процессов, доступа к ресурсам вуза, интеграции данных и приложений, а также единой комплексной модели системы.

Основные задачи исследования

Для достижения цели работы поставлены и решены следующие основные задачи.

1. Разработать теоретические принципы повышения эффективности автоматизации учреждения высшего профессионального образования.
2. Разработать комплексную онтологическую модель автоматизированной информационной системы вуза, обеспечивающую одновременное решение задач управления процессами, интеграции данных, управления функциональными компонентами и доступом к ресурсам системы.
3. Разработать метод управления процессами, обеспечивающий их эффективное исполнение, изменение и настройку, а также контроль исполнения и безопасность доступа.
4. Разработать методы интеграции данных, включающие автоматизацию репликации данных, интеграции данных по требованию, поддержки качества данных.
5. Разработать структурную схему управления функциональными компонентами автоматизированной информационной системы вуза.
6. Разработать модель системы автоматизированного управления правами доступа к ресурсам информационной системы.
7. Разработать эффективно сопровождаемую информационную систему вуза, автоматизирующую основные процессы деятельности вуза из разных предметных областей (управление учебным процессом, поддержка учебного процесса, управление научными исследованиями, административное управление, управление ИТ).

Объект исследования

Объектом исследования является процесс автоматизации деятельности вуза.

Предмет исследования

Предметом исследования являются методы, модели и алгоритмы повышения эффективности автоматизации вуза.

Методы исследования

В работе используются онтологический подход, методы теории множеств и матричная алгебра, логика предикатов, системный анализ, теория графов, теория принятия решений, технологии функционального проектирования IDEF0, объектно-ориентированного программирования.

На защиту выносятся

1. Теоретические принципы повышения эффективности автоматизации образовательного учреждения, обеспечивающие эффективные разработку, сопровождение и эксплуатацию автоматизированной информационной системы вуза.
2. Комплексная онтологическая модель автоматизированной информационной системы вуза, обеспечивающая реализацию предложенных в работе методов, моделей, алгоритмов и схемы.
3. Метод управления процессами, обеспечивающий их эффективное исполнение, изменение и настройку, в том числе позволяющий формировать на основе

онтологических представлений составные процессы, реализовывать их выполнение, обеспечивать доступ к их реализации и контроль исполнения.

4. Методы интеграции данных, включающие автоматизацию репликации данных, интеграции данных по требованию, поддержки качества данных.
5. Структурная схема управления функциональными компонентами автоматизированной информационной системы вуза, включающая алгоритм автоматической маршрутизации запросов к компонентам, схему безопасного доступа, алгоритм автоматического распределения нагрузки.
6. Модель системы автоматизированного управления правами доступа к ресурсам информационной системы, включающая автоматическое назначение прав доступа на основе настраиваемых правил.
7. Методы разработки информационных систем и встраивания сторонних приложений в автоматизированную информационную систему вуза, разработанная и апробированная информационная система вуза, автоматизирующая ключевые области деятельности, и результаты оценки повышения эффективности автоматизации.

Научная новизна

Научная новизна работы представлена следующими результатами.

1. Разработаны теоретические принципы повышения эффективности процесса автоматизации деятельности образовательного учреждения на основе онтологического подхода, включающие методы управления автоматизированными процессами деятельности вуза, интеграции данных и обеспечения их качества, схему управления функциональными компонентами, модель автоматизированного управления правами доступа в АИС вуза. Принципы универсальны как для стадии разработки, так и для стадий сопровождения и эксплуатации.
2. Разработана комплексная онтологическая модель автоматизированной информационной системы вуза, которая включает онтологии предметной, ИТ-области, области управления процессами деятельности вуза, предложена также математическая модель системы, описывающая взаимосвязи между всеми ее элементами. В рамках единой онтологической модели предлагается, во-первых, решить одновременно проблему сопровождения и эксплуатации за счет настраиваемого описания понятий, процессов, правил поведения системы, условий, требований, во-вторых, интегрировать все элементы АИС, обеспечивая единый взгляд на систему.
3. Разработан метод управления автоматизированными процессами, включающий алгоритмы формирования составных процессов, контроля исполнения процессов, управления доступом к элементарным процессам на основе описания понятий и отношений между ними, отличающийся возможностью полной настройки, адаптации и управления процессами специалистами-предметниками.
4. Разработаны алгоритмы поддержки качества данных в распределенной гетерогенной среде, отличительной особенностью которых является автоматизация мониторинга и обеспечения качества, выполненная на основе онтологической модели.

5. На основе онтологического подхода разработана структурная схема управления функциональными компонентами, включающая алгоритм маршрутизации запросов, автоматизацию управления доступом к функциональным компонентам, алгоритм баланса нагрузки.
6. Разработана модель системы управления правами доступа к ресурсам АИС, которая расширяет модель ролевого доступа для автоматизации назначения прав доступа и поддержки их в актуальном состоянии.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертационной работы заключается в автоматизированной информационной системе вуза, базирующейся на предложенных в работе моделях, методах и алгоритмах. Разработанная АИС является эффективно сопровождаемой и эксплуатируемой, т.е. обеспечивает

- эффективную автоматизацию процессов по различным направлениям деятельности вуза (управление учебным процессом, поддержка учебного процесса, административное управление, управление финансами, управление ИТ), что позволяет поддерживать интенсивный путь развития АИС и обеспечивает масштабируемость системы на уровнях пользователей, данных, систем, функциональных компонентов, инфраструктуры;
- создание новых, изменение существующих понятий предметной области деятельности вуза и внедрение их в АИС в ограниченные сроки;
- автоматизированное управление пользователями и их правами на основе правил, что позволяет сформировать среду «для всех» с актуальными правами доступа;
- автоматическое выполнение процедур поддержки качества данных, в том числе и автоматическую репликацию данных, что снижает потребности в ручной корректировке данных, настройки и ручном управлении репликациями;
- автоматическое управление функциональными компонентами с целью повышения производительности, поддержки масштабирования по серверам, базам данных, компонентам, системам;
- объединение информационных систем, технологий, СУБД в единую АИС, что позволяет использовать унаследованные и сторонние приложения, которые не были специально разработаны для АИС;

Результаты внедрения показывают, что, несмотря на рост числа автоматизированных процессов в 12 раз, число разработчиков не увеличилось. Время автоматизации процессов сократилось в 5 раз, время внесения изменений сократилось в 5 раз.

Результаты работы используются в преподавании курсов «Объектно-ориентированное программирование», «Распределенные информационные системы», читаемых во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса (ВГУЭС), «Системы реального времени», читаемого в Дальневосточном государственном университете.

Достоверность и обоснованность

Достоверность и обоснованность научных результатов диссертационной работы подтверждается использованием онтологического и теоретико-множественного подходов, методов системного анализа, теории графов, теории предикатов, а также успешной разработкой, внедрением, эффективным сопровождением и эксплуатацией информационных систем, автоматизирующих широкий спектр процессов вуза во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса и в Якутском государственном университете им. М.К. Аммосова.

Реализация результатов работы

Результаты диссертационной работы внедрены во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса (ВГУЭС), в Якутском государственном университете им. М.К. Аммосова и рассмотрены в нескольких научно-исследовательских работах, выполненных во ВГУЭС. Отдельные результаты исследования получены при выполнении работ по следующим научным программам

- 2009-2010 ФЦП «Развитие научного потенциала высшей школы (2009-2010 годы)». Проект «Разработка информационной системы планирования и отчетности работы преподавателей на основе рейтинговой системы»;
- 2008-2009 Договор на внедрение в Якутском государственном университете им. Аммосова информационной среды вуза;
- 2007 Договор на внедрение в Якутском государственном университете им. Аммосова информационной среды вуза;
- 2006 НФПК «Развитие образовательных учреждений, ведущих заочную работу со школьниками». Проект «Очно-заочная школа Малая-компьютерная академия»;
- 2006 Грант АТЭС «Создание цифровых образовательных ресурсов и сети доступа к знаниям для молодежи, проживающей в Тихоокеанской зоне Дальнего Востока России»;
- 2004 ФЦП «Развитие научного потенциала высшей школы». Проект «Исследование и разработка технологических решений интеграции информационно-образовательных сред вузов и других образовательных учреждений»;
- 2002-2005 ФЦП «Интеграция». Проект «Параллельные и распределенные методы, алгоритмы и прикладные программные комплексы для решения задач высокой сложности»;
- 1997-2000 ФЦП «Интеграция». Проект «Центр информационных технологий».

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы докладывались на международных, российских и региональных конференциях: на международной конференции European University Information System (EUNIS) в 2004 и 2005 гг. (Словения, Англия), на всероссийской научно-методической конференции «Телематика» в 2002-2004, 2007-2009 гг. (Санкт-Петербург), на всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» в 2002, 2003, 2008 гг. (Новороссийск), на международном конгрессе конференций «Информационные технологии в образовании» (ИТО) в 2003 и 2006 гг. (Москва), на международной

научной конференции «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке» в 2005, 2007 гг. (Турция), на международной конференции «Информационная среда вуза XXI века» в 2007, 2009 гг. (Петрозаводск), на международной конференции IEEE Advanced Learning Technologies в 2002 г. (Казань), на международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе» в 2004 г. (Гурзуф), на межрегиональной научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании и научной деятельности» в 2008 г. (Хабаровск), на международной конференции Distance Learning and Internet Conference в 2005 г. (Владивосток), на всероссийской научно-технической конференции «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий» в 2005, 2008, 2009 гг. (Улан-Удэ), на международной конференции «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке» в 2006 г. (Владивосток).

Публикации

По материалам диссертационной работы сделаны 63 публикации, из них 14 статей в журналах, входящих в перечень ВАК, одна монография, участие в двух коллективных монографиях в качестве автора раздела.

Структура работы

Во введении обосновывается актуальность темы, формулируются цели и задачи работы, приводятся основные результаты исследования, формулируются защищаемые положения и практическая значимость.

В первой главе дается обзор состояния автоматизации высших учебных заведений и решений проблем повышения эффективности процессов разработки, сопровождения и эксплуатации автоматизированной информационной системы.

Решение проблем сопровождения и эксплуатации лежит в нескольких направлениях. Во-первых, интерес представляют решения, которые обеспечивают участие специалистов-предметников в проблеме изменения АИС (в том числе ее поведения) в соответствии с изменениями требований реального мира, во-вторых, необходимы решения, которые обеспечивают простое расширение функциональности АИС, в-третьих, важным аспектом является вопрос такой архитектуры АИС, которая позволяет повысить масштабируемость и устойчивость АИС, в-четвертых, рассматривается проблема изменения поведения системы при изменениях в инфраструктуре, пользователях, подсистемах и данных.

В главе анализируется архитектура АИС российских и зарубежных вузов и делается заключение о недостаточной эффективности сопровождения и эксплуатации в существующих АИС вузов.

Во второй главе рассматриваются основные проблемы разработки, сопровождения и эксплуатации АИС вуза, определяются задачи и требования к системе, предложены принципы повышения эффективности автоматизации вуза.

Основной задачей АИС является автоматизация ключевых областей деятельности вуза: управление учебным процессом (формирование образовательных программ, учебных планов, приемная комиссия, управление контингентом студентов, их успеваемостью, расчет нагрузки на кафедру и

распределение ее по преподавателям, составление расписания, управление учебно-методической обеспеченностью, отчетность преподавателя, расчет рейтинга преподавателя и т.п.), собственно образовательный процесс (поддержка проведения занятий, контроль знаний, хранилища цифровых материалов и т.п.), управление научными исследованиями (управление научно-исследовательскими проектами, контингентом аспирантов, публикациями, научно-исследовательской работой студентов и т.п.), административное управление (управление персоналом и организационной структурой, штатное расписание, управление недвижимостью, общежитием, доступом в помещения, документооборотом, планирование и отчетность работы подразделений, поддержка принятия решений и т.п.), управление финансами и управленческий учет (расчет заработной платы, начисление стипендии, управление договорами, материальными ресурсами, бюджетирование и т.п.), управление информационными ресурсами (управление пользователями, данными, системами, инфраструктурой, сервисами, сайтом, веб-страницами преподавателей и студентов и т.п.).

Процессы вуза имеют несколько общих свойств. Вузу, как никакой другой организации, присущи постоянные изменения процессов и понятий предметной области. В вузе широкий спектр видов деятельности, и соответствующих им процессов, но эти процессы часто оперируют одними и теми же понятиями, и делают это одинаковым способом. В вузе в процессах участвует большая часть сотрудников и студентов, при этом участие носит не только ознакомительный, но и созидательный характер (т.е. в процессе сотрудниками и студентами создаются новые данные). Дополнительной проблемой здесь является периодическая и случайная смена контингента студентов и сотрудников, достигающая 25% в год. Многие процессы вуза, особенно связанные с образовательной деятельностью, имеют временные ограничения, и это предъявляет жесткие требования к срокам автоматизации и внесения изменений в процессы и понятия деятельности вуза.

Основными требованиями к АИС вуза, исходя из анализа процессов, являются: поддержка автоматизации процессов широкого спектра деятельности вуза, их постоянных изменений в ограниченные сроки, поддержка интеграции данных и приложений, реализующих функциональность процессов, для обеспечения повторного использования процессов и понятий, поддержка большого числа часто меняющихся пользователей и правил их доступа к ресурсам АИС, обеспечение решения всех требований к АИС на основе единого подхода, позволяющего реализовать эффективные разработку, сопровождение и эксплуатацию системы в ограниченные сроки.

Для того чтобы обеспечить АИС с вышеопределенными требованиями необходимо разработать методы и алгоритмы, которые позволяют управлять автоматизированными процессами, функциональными компонентами, данными, пользователями, инфраструктурой вуза.

Анализ процессов разработки и сопровождения ИС для вузов показывает, что все они имеют общие функциональные составляющие: управление пользователями систем, управление понятиями предметной области систем, управление процессами (в том числе элементарными процессами, реализованными с помощью функциональных компонентов (ФК)), управление

качеством данных и управление отчетами систем. Вынесение этой функциональности в отдельные подсистемы, результаты работы которых доступны во всех системах АИС, позволяет сократить время разработки и усилия по сопровождению. На долю новой ИС остается только разработка специфичной для ИС функциональности.

Чтобы обеспечить выделение общей функциональности, необходимо чтобы все ИС «понимали» пользователей, понятия и процессы, сформированные с помощью выделенных обобщенных подсистем, а для этой цели необходимо иметь некоторую общую модель всех компонентов АИС. Эта модель является также единой основой всех методов и алгоритмов, обеспечивающих управление процессами, пользователями, данными и функциональностью. Для представления единой модели АИС предлагается использовать онтологическое моделирование.

Таким образом, чтобы разработать эффективно сопровождаемую и эксплуатируемую АИС вуза, необходимо разработать модель системы, представляющую собой онтологическое описание понятий и отношения между понятиями, расширяемый семантический базис и механизм изменения онтологического описания. Семантический базис представляет собой элементарную функциональность (ФК), которая может использоваться в различных подсистемах АИС. Онтологическое описание содержит онтологии предметных областей деятельности вуза, управления процессами и описание понятий ИТ-области, а также отношения между понятиями. Возможность изменения онтологических описаний реализуется с помощью инструмента создания понятий, отношений между понятиями, ограничений на атрибуты и создание, редактирование и удаление экземпляров понятий. В обобщенную функциональность АИС входит управление пользователями и их правами в АИС, маршрутизация запросов, управление эффективной работой ФК, интерпретация понятий и отношений между ними, создание и редактирование экземпляров понятий и отношений, в том числе создание маршрутов составных процессов и управление ими, процедуры поддержки качества данных, а также механизм создания отчетов из различных систем на основе интерпретации понятий и отношений между понятиями.

Структурная схема повышения эффективности автоматизации вуза представлена на рисунке 1. В основе предлагаемых принципов лежит онтологический подход, обеспечивающий разработку АИС с использованием онтологической модели. Элементарная функциональность, входящая в семантический базис, реализует управляющие функции АИС (авторизацию, аутентификацию, поиск подходящего сервера, извлечение экземпляра понятия и т.п.) и функциональность предметной области (расчет нагрузки, расчет штатного расписания, составление пакета вопросов для тестирования, расчет рейтинга преподавателя, утверждение отчета и т.п.). Кроме этого в семантический базис входят компоненты интерпретации правил поведения системы.

Для реализации метода управления процессами онтологическая модель содержит онтологии предметных областей деятельности вуза, области управления процессами и ИТ-области, а также отношения между онтологиями. Возможность изменения онтологической модели реализуется с помощью инструмента создания

понятий, отношений между понятиями, ограничений на атрибуты и создание, редактирование и удаление экземпляров понятий.



Рисунок 1. Структурная схема повышения эффективности автоматизации вуза

В третьей главе рассматривается онтологическая модель АИС. Определены основные онтологии АИС – онтология предметной области, онтология ИТ-области, онтология управления процессами, а также отношения между ними (рисунок 2.а).

Среди понятий области управления процессами выделены понятия: элементарный процесс, составной процесс, условие, согласованное условие, элементарное условие, тип события, событие. Среди понятий ИТ-области выделены понятия области управления ИТ и инфраструктуры. Область управления ИТ включает пользователей АИС, проекты АИС, роли в проектах, фильтры выбора пользователей, объекты баз данных, ФК и отношения между этими понятиями (рисунок 2.б). Инфраструктура объединяет компьютеры, коммуникационные устройства, виртуальные подсети и отношения.

К базовым понятиям онтологии предметной области относятся понятия подразделение, сотрудник, работа сотрудника в подразделении, студент, образовательная программа, учебный план, дисциплина, обучение студента на учебном плане, а также те понятия, с которыми связаны через атрибуты базовые понятия (уровень и форма образования, квалификация, направление, специальность, специализация и т.п.).

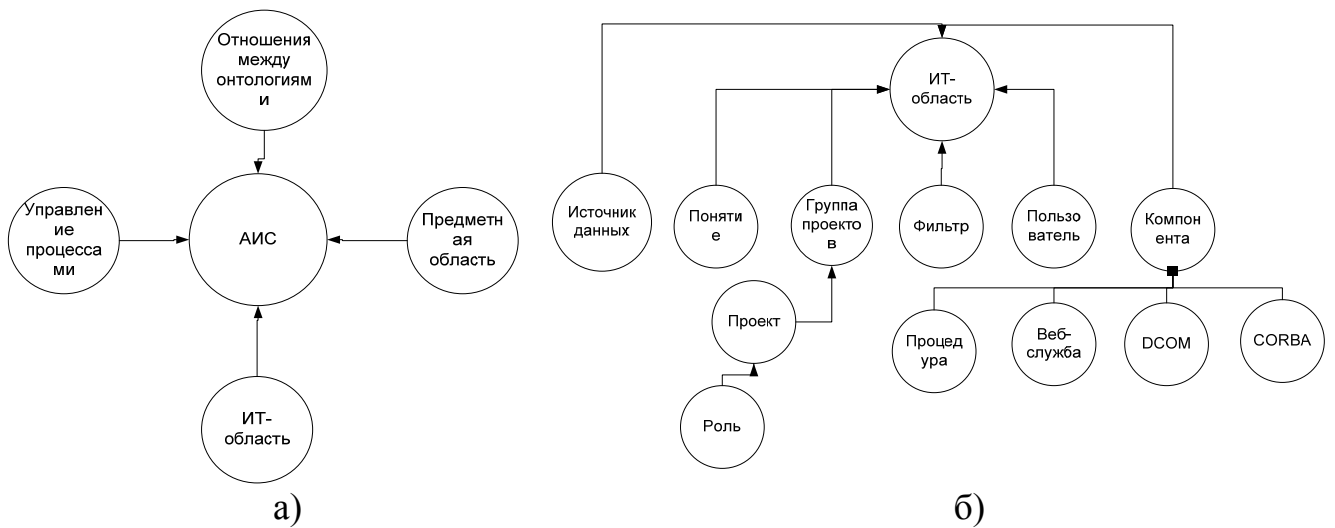


Рисунок 2. Онтологическая модель АИС

В рамках онтологической модели рассмотрены различные отношения. Наследование как отношение между понятиями X и Y : $P'(X, Y)$ определено в случае, если понятие Y имеет все те же атрибуты, что и понятие X , но на некоторые из которых могут быть наложены более жесткие ограничения (описанные понятием – условие), чем на атрибуты понятия X , при этом у Y так же могут быть дополнительные атрибуты.

Проекция – это отношения, описывающие соответствие между любым понятием и экземпляром понятия Источник данных. Определены производные от отношений проекции:

- отношение проекции с правом на чтение/запись как $p_1(X, a): P'(p(X, a), p_1(X, a))$;
- отношение проекции с правом на чтение $p_2(X, a): P'(p(X, a), p_2(X, a))$.

Для отношений проекции и наследования доказаны 5 теорем, которые позволяют автоматически генерировать отношения проекции в иерархии понятий, если для некоторого понятия в иерархии уже определены такого рода отношения. Автоматическая генерация отношений позволяет при описании модели использовать необходимый минимум описаний отношений проекции.

Между двумя понятиями X и Y могут существовать отношение включения $I(X, Y)$, которое подразумевает, что экземпляр понятия X содержит экземпляр понятия Y . Для отношения включения определена аксиома и доказана теорема, которые позволяют автоматически генерировать новые экземпляры отношений включения.

Модель системы управления правами пользователей в АИС представляет собой описание понятий проектов, ролей, пользователей, их отношений между собой, в том числе отношений доступа, а также описание правил автоматической генерации отношений доступа, сформулированных в виде аксиом и теорем. Доступ к ресурсам АИС и реализация процессов осуществляется через проекты (рисунок 3). Между проектом и ролью определены отношения включения $I(X, Y)$. Роли могут быть связаны между собой отношениями обобщения $\tilde{P}(X, X)$ и отношениями администрирования роли $\tilde{P}(X, X)$. Отношения обобщения позволяют автоматизировать назначение ролей на группы областей видимости.

Отношения администрирования позволяют делегировать право назначения ролей различным пользователям АИС, не являющимся администраторами системы, например, заведующим кафедрой, деканам, сотрудникам учебно-методического управления и другим.

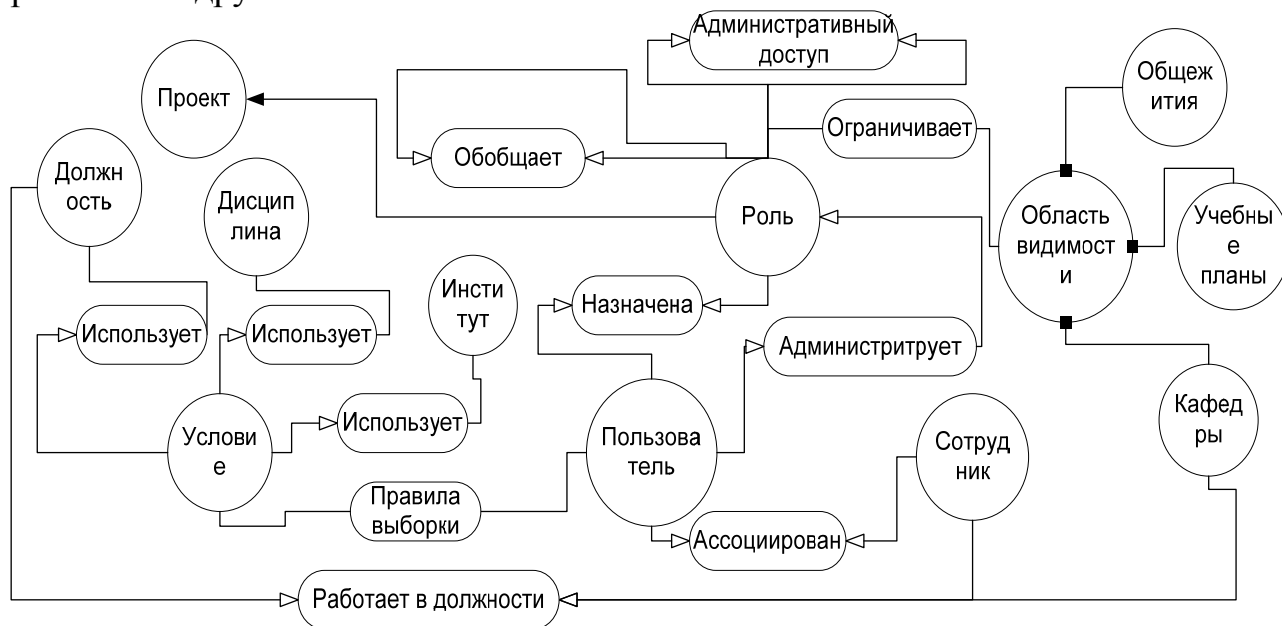


Рисунок 3. Онтологическая модель управления правами пользователей

Транзитивные отношения обобщения $\tilde{p}(x, y)$ предполагают, что если пользователю назначена роль x , то ему автоматически назначена и роль y (наличие характеристики транзитивности позволяет автоматизировать процесс генерации назначений для иерархической цепочки ролей). Отношения администрирования роли предполагают, что если пользователю назначена роль x , а роли связаны отношением администрирования $\tilde{r}(x, y)$, то этот пользователь имеет право назначить роль y .

Роль может иметь область видимости, которая позволяет ограничивать доступ к данным, выделенным по некоторому признаку (принадлежность кафедре, связь с учебным планом, проживание в определенном общежитии и т.п.). Определены отношения «ограничена» между экземплярами роли и любым понятием АИС C : $S(x, C)$. Определены отношения между пользователями и ролями – пользователю назначена роль $R(U, X)$, пользователь имеет право назначать (администрирует) роль $\tilde{R}(U, X)$. Определены 6 аксиом и доказаны 15 теорем, которые описывают правила автоматической генерации отношений назначения роли пользователям.

На основании аксиом и теорем выполняется автоматическое назначение по определенным правилам ролей, связанных отношениями обобщения для случаев, когда:

- обе роли не связаны с областями видимости;
- обе роли связаны с областями видимости, и эти области видимости совпадают или связаны между собой (производная роль автоматически назначается на

все экземпляры области видимости, которые связаны с экземпляром области видимости обобщающей роли);

- с областью видимости связана только одна из ролей (производная роль назначается либо без области видимости, если она не имеет таковой, либо на все области, если область видимости не связана с обобщающей ролью);
- цепочка ролей связана транзитивными отношениями обобщения (обобщающая роль может выступать в качестве производной от другой обобщающей роли и все роли в цепочке будут назначены автоматически).

Аксиомами определяются и правила автоматической генерации назначений для случая, когда роль имеет область видимости и пользователь имеет отношения с некоторым понятием, связанным с областью видимости роли. В этом случае пользователю, связанному с некоторой областью видимости, роль будет автоматически назначена с ограничением по той же области видимости.

В рамках аксиом и теорем определяются правила генерации назначений прав администрировать роль для случаев:

- обе роли не связаны с областями видимости;
- обе роли связаны с областями видимости, и эти области видимости совпадают или связаны между собой (права администрировать роль y по некоторой области видимости d дается пользователю, имеющему роль x с областью видимости c , связанной с областью видимости d);
- с областью видимости связана только одна из ролей (права администрировать роль y дается пользователю с ролью x либо без ограничений по области видимости, если роль y не ограничивается, либо на все области видимости, если ограничения не имеет роль x).

Дополнительно доказаны теоремы генерации отношений администрирования при наличии отношений обобщения. Права на администрирование производной роли y автоматически генерируются при наличии прав администрировать обобщающую роль x . Права на администрирование роли z автоматически генерируются при наличии обобщающей роли x , производная от которой роль y имеет административный доступ к роли z .

Между ролью и итоговым условием определены отношения правила выборки. Аксиома позволяет автоматически назначать роль пользователям на основе связи пользователей с экземплярами областей видимости роли.

Необходимость описания сетевой инфраструктуры и ФК в онтологической модели обусловлена требованием эффективной эксплуатации АИС. ФК часто являются реализацией некоторого элементарного процесса, поэтому определены отношения $\hat{F}(X, Y)$, которые подразумевают, что элементарный процесс X реализуется методом ФК Y . Эти отношения обеспечивают реализацию доступа пользователей к компонентам и поиск подходящей компоненты в режиме реального времени.

Основное отношение между компьютерами X и коммуникационным оборудованием D , между компьютерами, а так же между коммуникационным оборудованием, - это «соединен с»: $L(X, X), L(X, D), L(D, D)$ соответственно

(рисунок 4). Отношение «соединен с» является транзитивным и симметричным. Между виртуальными сетями и компьютерами определены отношения включения: $I(X, V)$.

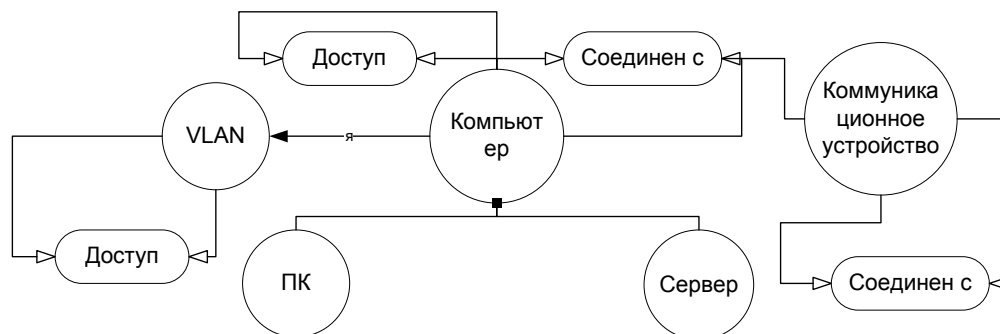


Рисунок 4. Онтологическая инфраструктура АИС

Характеристикой отношения «соединен с» является пропускная способность канала $I(x, y|t)$. Определена аксиома, задающая правила генерации отношений соединения и пропускной способности канала между любыми двумя узлами сети вуза.

Понятие виртуальных подсетей имеет отношение доступа с самим собой $W(V, V)$. Это позволяет для каждой подсети определить те подсети, доступ к которым разрешен из подсети. Отношения доступа для виртуальных сетей являются симметричными, но не транзитивными.

Между узлами и коммуникационными устройствами, а также между самими узлами могут быть определены отношения доступа. Сформулирована аксиома, определяющая правила генерации отношения доступности двух узлов $w(x, y)$ - узлы доступны, если между ними есть отношения соединения и узлы находятся, либо в одной виртуальной сети, либо в сетях, имеющих доступ друг к другу. Отношения доступности узлов используются в задачах поиска подходящего сервера для распределения нагрузки, а также для реализации политик безопасности на серверах и коммуникационных устройствах.

ФК используются в различных проектах АИС: проекты обращаются к методам ФК для выполнения некоторого запроса (в том числе для реализации элементарного процесса). С проектом ассоциируется пользователь $A(U, Y)$, что дает возможность проекту обращаться к методам ФК с правами, которые назначены пользователю через отношения $R(U, X)$. Аналогично проекту к методам ФК могут обращаться другие ФК, с которыми ассоциируется пользователь. Отношения ассоциации пользователя с проектами и ФК позволяют управлять безопасным доступом к приложениям и данным АИС, поскольку обращение к источникам данных выполняется также от имени пользователя, ассоциированного с проектом или ФК.

Между ФК и серверами определены отношения использования. Между сервером и базой данных, базой данных и объектом базы данных определены транзитивные отношения включения. Правила генерации отношений использования, сформулированные в виде аксиомы, позволяют автоматически

формировать список тех серверов, которые могут рассматриваться в списке альтернативных серверов при распределении нагрузки.

Между различными понятиями ИТ-области возможны отношения доступа. $W(X, Y)$ - означает, что экземпляр понятия X имеет доступ к экземпляру понятия Y . Отношения доступа могут быть определены для проекта и методов ФК, ФК и методов ФК, метода ФК и понятия, метода ФК и источника данных, проекта и понятия, проекта и источника данных, понятия и источника данных, пользователя и проекта, пользователя и методов ФК, пользователя и понятия, пользователя и источника данных, между виртуальными подсетями, между узлами (компьютерами и серверами) в сети (рисунок 5). Аналогично отношениям проекции, отношения доступа определены на чтение/запись $W_1(X, Y)$ и отношения доступа на чтение $W_2(X, Y)$.

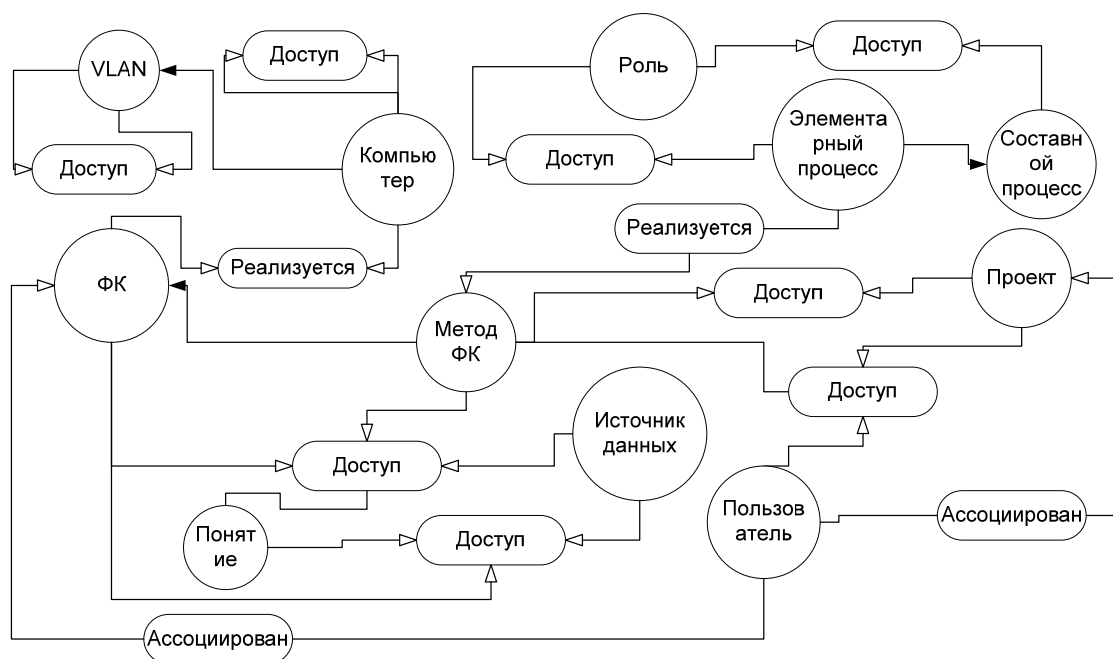


Рисунок 5. Онтологическая модель отношений доступа в АИС

Для отношений доступа определены аксиомы и доказаны теоремы, которые позволяют автоматически генерировать отношения доступа между различными компонентами АИС.

Для удобства определения результирующего доступа, а также для доказательства некоторых теорем доступа в работе используются матричные вычисления с матрицами доступа. Каждая матрица отражает наличие отношений доступа между соответствующими понятиями. Значение элементов матриц определено в домене $\{2, 1, 0, -1\}$, что соответствует отношениям доступа {чтение/чтение-запись/не определено/запрещено}. С помощью матриц доступа определяются косвенные связи, а путем умножения матриц, описывающих связь между функциональными компонентами, могут быть получены отношения доступа любого порядка между любыми компонентами АИС.

Для управления процессами определены транзитивные отношения следования одного процесса за другим: $h(a_1, a_2)$ (рисунок 6). Процесс a_1 может включать процесс a_2 : $i(a_1, a_2)$. Между понятиями условие G и процессом A

определены отношения «истинности»: $T(G, A)$, т.е. процесс выполняется в случае истинности условия. Наряду отношениям истинности, существуют отношения ложности: $\tilde{T}(G, A)$. Отношения истинности и ложности определены и для условий: $t(g_1, g_2), \tilde{t}(g_1, g_2)$. Отношения истинности и ложности определены в рамках составного процесса: $i(b, t(g, a)), i(b, \tilde{t}(g, a)), i(b, t(g_1, g_2)), i(b, \tilde{t}(g_1, g_2))$.

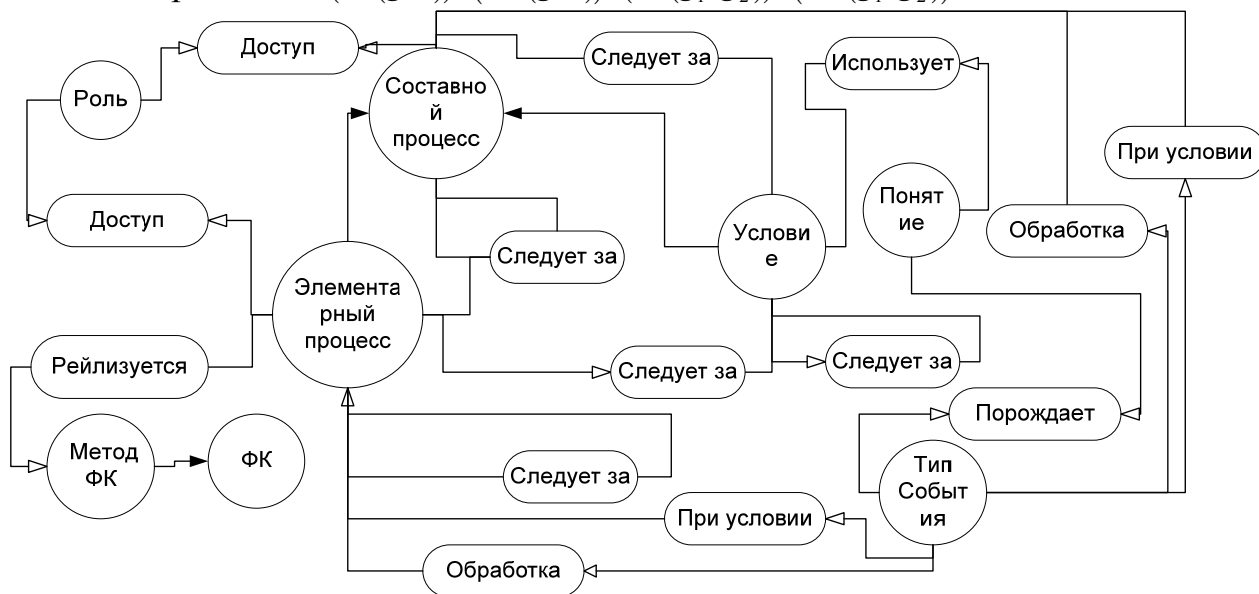


Рисунок 6. Онтологическая модель управления процессами

Для управления процессами в онтологической модели сформулированы аксиомы, которые определяют доступ пользователя к процессу, доступ процесса к понятию, доступ реализующего процесс метода ФК к понятию, доступ пользователя процесса к понятию. Эти аксиомы определяют, каким образом пользователь получает доступ к процессу, позволяют автоматически генерировать отношения доступа между методом и понятием на основании описания метода, поддерживают автоматическую генерацию прав доступа пользователя к понятию. Это обеспечивает доступ пользователя к одним и тем же понятием из различных систем. Кроме этого определена аксиома, которая устанавливает правила передачи управления процессу p_2 , если произошел процесс p_1 и между ними определены отношения следования $h(p_1, p_2)$.

Для управления процессами используются понятия тип события и событие. В онтологической модели сформулированы аксиомы, которые описывают правила генерации событий при создании, удалении и изменении экземпляра понятия, нарушении ограничений на число экземпляров понятий или отношений, а также правила генерации зависимых событий. Сформулированы аксиомы, определяющие правила обработки событий, и позволяющие управлять доступом пользователя к методу, если необходима генерация события.

Между базовыми понятиями предметной области определены отношения: включения - для подразделений, содержит - для учебного плана и дисциплин, наследования - для подразделения и кафедры, закрепления - для студента, учебной группы и учебного плана (рисунок 7). С помощью отношений аттестации

студент связан с дисциплиной и преподавателем, который является производным от сотрудника.

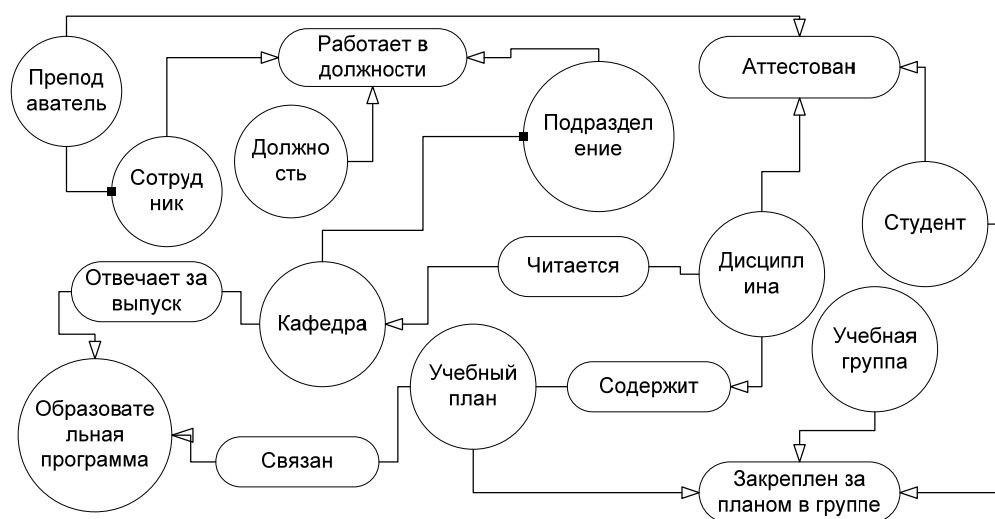


Рисунок 7. Онтологическая модель базовых понятий предметной области

В четвертой главе диссертационной работы рассматриваются алгоритмы и методы, которые на основе онтологического представления позволяют решать проблемы поддержки качества данных, интеграции данных, управления ФК и процессами.

В АИС вуза операторами, обеспечивающими ввод данных, является большое число пользователей (около 80% всех сотрудников вуза). Кроме этого, в вузе имеется сложная распределенная гетерогенная инфраструктура, объединяющая сеть филиалов и требующая дополнительных усилий по обеспечению синхронизации данных между различными базами данных. Это приводит к необходимости автоматизации поддержки качества данных в АИС.

Процедуры поддержки качества данных обеспечивают полноту, достоверность, корректность, непротиворечивость, доступность.

Определены аксиомы и доказаны теоремы в качестве критериев полноты. Критерии основываются на ограничениях, задаваемых на число элементов в множестве (для критерия полноты используется минимальное и точное ограничение). Отдельно рассматривается вопрос полноты, связанный с контекстно-зависимыми отношениями и условиями при формировании маршрута составных процессов. Условия, которые можно представить в виде дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ) из атрибутов понятия, должны обеспечивать полноту множества допустимых значений атрибутов. Доказан критерий полноты на основании тождества множеств допустимых ДНФ.

На основании отношений проекции сформулирована аксиома критерия актуальности данных в различных источниках. Сформулированы аксиомы и доказаны теоремы, определяющие порядок действия при удалении экземпляра понятия (правила удаления или изменения отношений), при удалении экземпляра отношений понятий, правила актуализации атрибутов понятий на основании отношений соответствия. Для создания новых отношений и для актуализации атрибутов вводятся отношения эквивалентности экземпляров понятий, и

определяются аксиомы. На основании аксиом разработан алгоритм процедуры актуализации данных.

Корректность данных чаще всего связана с вводом данных – ручным или автоматическим. Для обеспечения корректности в отдельных ситуациях требуется определение связи между экземплярами понятий. Отношения, описывающие связь между экземплярами, являются транзитивными и симметричными. С помощью теоретико-множественного представления доказана теорема о полной связи между экземплярами. На основании таких отношений в АИС реализуются проверка корректности ввода или корректные ограничения при выборе данных в интерфейсе.

Для решения проблемы непротиворечивости используются отношения эквивалентности и репликации, доказана теорема о критерии непротиворечивости, которая позволяет обеспечить непротиворечивость условий во всех задачах АИС (маршрутизация процессов, контекстно-зависимые отношения между понятиями). Это позволяет не допускать противоречивые условия при задании их пользователями.

Для оценки доступности данных доказана теорема и определены коэффициенты, которые позволяют количественно оценить доступность данных в АИС, а также сформулированы критерии доступности.

Проблема репликации данных связана с большим количеством и разнообразием объектов баз данных, используемых в АИС вуза, где инфраструктура объединяет филиалы, ведущие свои данные, где используются отдельные серверы баз данных для обеспечения безопасности или для повышения производительности. Большое число репликаций, взаимозависимость реплицируемых понятий, требует автоматического выполнения всех процедур репликации. Для этого используются отношения проекции на чтение и на чтение/запись и отношения наследования.

В отношении проекции определены соответствия между ограничениями понятий и характеристиками источников данных. Отношения проекции с реляционными источниками могут описываться на основании уже существующих таблиц и представлений, поэтому все возможные ограничения на поля таблиц могут быть транслированы в описания понятий и отношений в АИС, в работе приведены правила трансляции.

Разработан алгоритм автоматической репликации данных. Сформулированы аксиомы генерации автоматической репликации, которые определяют критерий выполнения репликации (рисунок 8). В аксиомах используются отношения проекции на чтение/запись и отношения наследования между понятиями.

Для корректного выполнения репликаций необходимо определить порядок их следования и возможность параллельного выполнения. Для этого разработан алгоритм синхронизации репликаций, который определяет порядок выполнения репликаций на основании отношений между понятиями и определяет условие выполнения параллельных репликаций. Алгоритм автоматической репликации решает также проблему уникальности ключей, основываясь на ограничениях на атрибут уникальности экземпляра. Алгоритм также учитывает проблему целостности данных, которую предлагается решать, используя значения по

умолчанию для атрибутов и свойств понятия, описанных в онтологической модели.

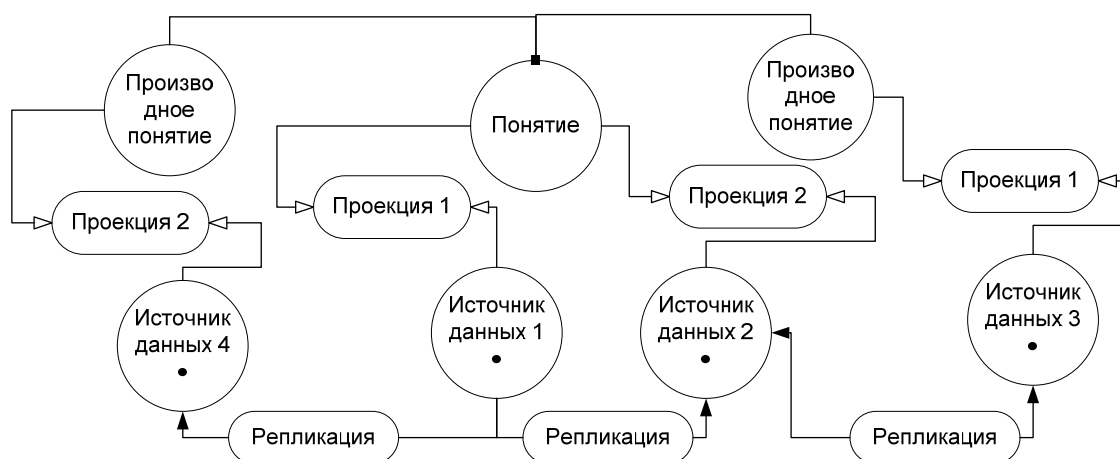


Рисунок 8. Схема генерации репликации

В сложной АИС вуза данные часто расположены на различных серверах и управляются разными СУБД. Поэтому связь между ними носит логический, а не физический характер. Для запросов в этом случае необходимы алгоритмы интеграции по требованию. Семантика понятий и отношений между понятиями часто меняется. В тоже время большое число приложений используют одни и те же понятия, поэтому для работы с понятиями используется промежуточный слой ФК, которые на основании онтологической модели формируют запросы к понятиям. Большой интерес для вуза представляет возможность формирования отчетов по различным направлениям деятельности образовательного учреждения пользователями самостоятельно. Для этой цели необходим алгоритм формирования запросов к данным на основании онтологического описания отношений между понятиями предметных областей, отношений проекции. Отношения реализации между серверами и базами данных, отношения доступа между узлами используются в алгоритме для формирования эффективных запросов.

Первая часть алгоритма решает проблему выбора источника данных на основе приоритетов. Приоритет источника данных зависит от того, имеет ли источник отношения проекции с доступом только на чтение или на чтение/запись, а также от пропускной способности канала между сервером, имеющим отношения реализации с ФК, и сервером, с которого генерируется запрос.

Алгоритм описывает извлечение экземпляра понятия X , а также отношений $Z = \tilde{P}(X, Y)$ по любой ДНФ, составленной из ограничений на атрибуты X . Рассмотрено извлечение экземпляров понятий для контекстно-зависимых отношения. Для всех случаев определен алгоритм формирования запроса.

Для более сложных запросов предлагается использовать модель запроса в виде ориентированного графа. Узлами графа являются понятия и отношения между понятиями. Ребрами являются указания на наличие отношений. Ограничением алгоритма является условие, что выходные и входные понятия организуют связный граф. Описаны правила проверки на связность графа.

Алгоритм извлечения атрибутов имеет две основные части.

1. Формирование выборок уникальных идентификаторов тех понятий, атрибуты которых включены во входные ограничения.
2. Формирование одного запроса ко всем выходным атрибутам с условием, в котором используются все сформированные на первом шаге ограничения.

В работе описаны алгоритм выборки уникальных идентификаторов, алгоритм построения общего запроса по всем выходным атрибутам, основанный на представлении отношений в виде графа.

Для реализации интеграции на лету в распределенной среде (там, где источники данных находятся на разных серверах) предложен модифицированный алгоритм. Условием возможности построения единого запроса является описание отношений между выходными понятиями в виде неориентированного графа. Между двумя любыми выходными понятиями существуют отображения некоторого порядка: $\forall Y_i : \exists n, \Gamma^n(Y_i) = \{Y_j, i = \overline{1, M}\}$, где $\Gamma(Y_i) = \{Y_j : \exists S(Y_i, Y_j) \vee S(Y_j, Y_i)\}$.

Формируются подграфы для каждого Y_i , такие что в подграфе узел выходного параметра – один, а остальные узлы, это входные понятия, описывающие ограничения на атрибуты: $\{X_k, 1 \leq k \leq N\} \leftarrow Y_i \leftarrow \{X_l, 1 \leq l \leq N\}$, здесь $X_k \leftarrow Y_i = S(X_k, Y_i); Y_i \leftarrow X_k = S(Y_i, X_k)$. Кроме этого, в граф так же входят все входные понятия, которые используются в качестве ограничений на входе понятия в данном графе: $\forall Y_i : \Gamma'^k(Y_i)$, где

$\Gamma'(Y_i) = \{X_j : \exists S(Y_i, X_j) \vee S(X_j, Y_i)\}; \Gamma'^2(Y_i) = \Gamma'(Y_i, \Gamma'(X_j)) = \{X_k : \exists S(X_j, X_k) \vee S(X_k, X_j)\}$. Дуги между узлами $\Gamma'^k(Y_i)$ определяются на основе существующих отношений между понятиями S^k и подграфы данного типа можно определить как: $G'(Y_i) = \langle \Gamma'^k(Y_i), S^k \rangle$.

Второе множество подграфов определяется как узлы из выходных понятий и отношения между ними: $G''(Y_i) = \langle \Gamma''^n(Y_i), S^n \rangle$, где $\Gamma''(Y_i) = \{Y_j : \exists S(Y_i, Y_j)\}$.

1. Для всех подграфов $G'(Y_i)$ формируется запрос, обеспечивающий всю выборку экземпляров y_i . Описаны правила формирования запроса.
2. Для подграфа $G''(Y_i)$ формируется запрос, обеспечивающий выборку экземпляров Y_i на основе данных по Y_j , полученных на предыдущем шаге.

Описан алгоритм формирования запроса.

Реализация процессов в АИС осуществляется с помощью ФК, которые обеспечивают выделение общей функциональности в отдельные компоненты, реализацию их на удобном в контексте решаемой задачи языке, и использовании их через вызов методов компоненты в различных системах АИС. В качестве ФК предлагается рассматривать веб-службы, CORBA объекты, веб-приложения, хранимые процедуры и функции баз данных, а также приложения, имеющие интерфейс, позволяющий к ним обращаться из других систем. В общем случае компонентная архитектура АИС является многоуровневой (рисунок 9).

Развитие функциональности АИС приводит к тому, что ФК становится достаточно много и без управления эффективность их использования снижается. Для решения проблем управления в рамках интерпретатора используются управляющие ФК, которые решают следующие задачи: управление маршрутизацией запросов к ФК, управление маршрутизацией процессов,

управление пользователями и доступом к ресурсам, в том числе к ФК, управление понятиями АИС, в том числе реализация алгоритма интеграции на лету, обеспечение качества сервиса, включая поиск подходящего сервера, управление качеством данных – на основе аксиом и теорем – проверка выполнения ограничений, создание, удаление, изменение экземпляров понятий и отношений, генерация событий, автоматическая репликация данных.

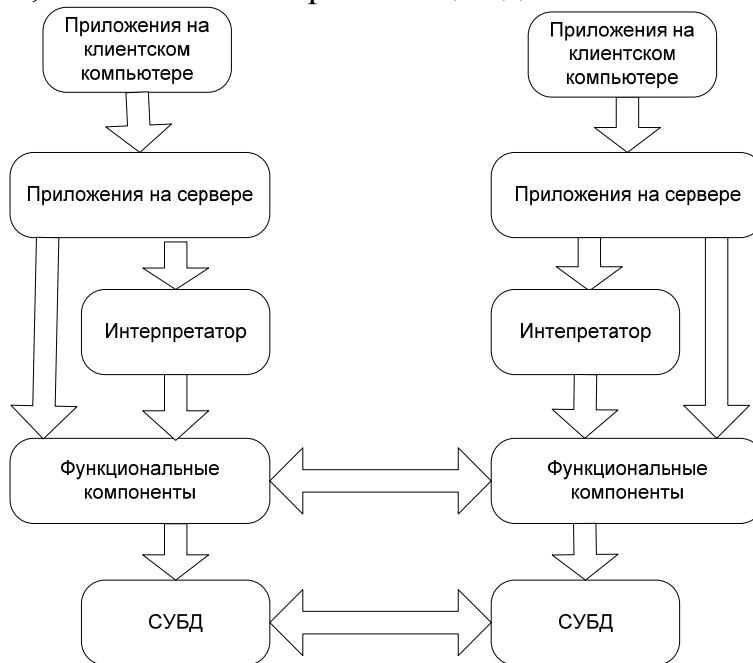


Рисунок 9. Уровневая модель АИС

С учетом перечисленных задач для АИС спроектированы шесть управляющих ФК (рисунок 10): главная управляющая серверная компонента (Main), компонента аутентификации и авторизации (Auth), компонента обеспечения качества сервиса (QoS), компонента, обеспечивающая выбор наиболее подходящего сервера (Catalog), управление понятиями (Class), управление качеством данных (QoD).

Управление доступом между проектами, методами ФК, данными реализуется по следующей схеме. Пользователь проекта получает доступ к проекту на основе аксиомы онтологической модели, имея роль в проекте. Используя эти отношения, пользователю ограничивается функциональность и область видимости данных в проекте через интерфейс. Проект при работе с пользователем имеет доступ к методу ФК, так как проекту назначена определенная роль, на основании которой генерируется доступ к методу. Каждый проект ассоциируется с учетной записью (пользователем), от имени которого проект обращается к методам ФК (среди них могут быть и объекты базы данных – процедуры).

На основе теорем о доступе, ФК обращается к базе данных, используя информацию о понятии, отношениях проекции между понятием и источником данных, и на основании этой информации выбирает источник данных, однозначно связанный с базой данных и сервером. Последнее означает, что для метода ФК необходимы права доступа к базе данных (согласно теоремам доступа). Аналогично проекту, ФК имеет учетную запись, от имени которой ее методы

обращаются к базам данных. Кроме того, согласно компонентной и онтологической модели, компоненты могут обращаться друг к другу для выполнения запроса. Для этого так же используется учетная запись, ассоциированная с ФК. Сформулированы аксиомы, обеспечивающие автоматическое создание учетной записи пользователя базы данных, соответствующей ФК, для которой определены правила доступа к понятиям.

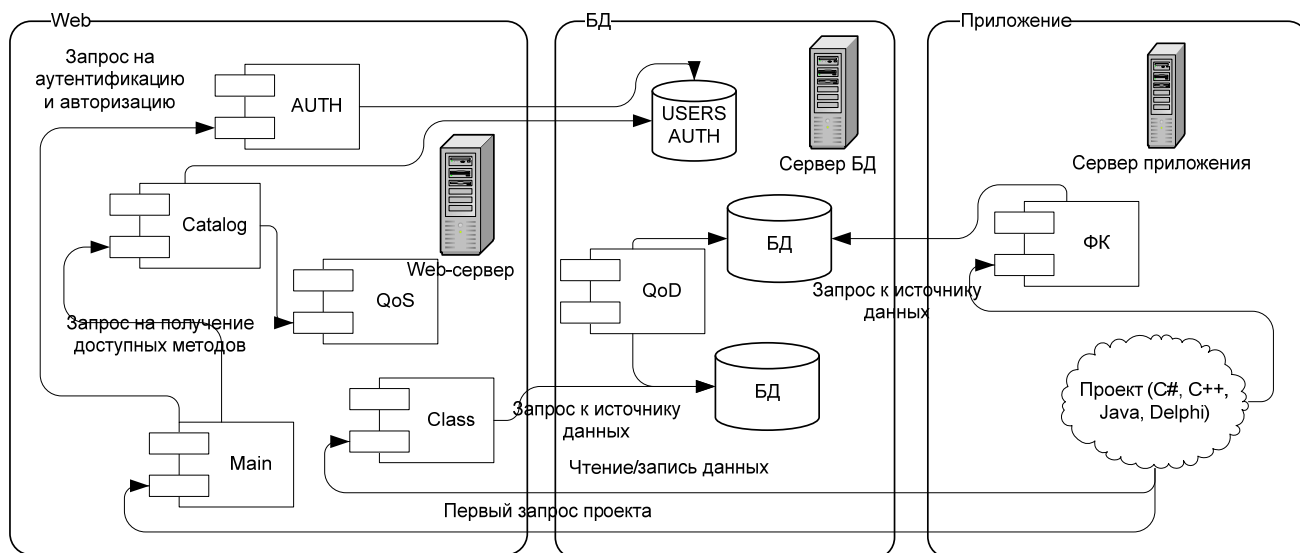


Рисунок 10. Схема маршрутизации запросов к функциональным компонентам

В работе описаны правила маршрутизации запросов к ФК. Первый запрос от проекта посылается ФК Main, о которой ему известны ее местонахождение и методы (рисунок 10). Это единственное, что должен знать каждый проект АИС о местоположении ФК, а также любой внешний проект, который претендует на взаимодействие с АИС вуза. ФК Main обращается к ФК Auth с целью аутентификации и авторизации проекта в АИС (в работе описаны три способа выполнения аутентификации). ФК Auth выполняет аутентификацию проекта, а затем получает все доступные проекту методы, т.е. выполняет его авторизацию. Получив от ФК Auth доступные проекту методы, ФК Main обращается к ФК Catalog для получения необходимой дополнительной информации по доступным методам ФК. ФК Catalog, используя сервис QoS, возвращает адреса наиболее подходящих серверов. ФК Main возвращает проекту все данные о доступных проекту ФК. Далее проект работает с ФК напрямую.

Во многих случаях проблемы с производительностью в АИС связаны с большими нагрузками на серверы, где функционируют ФК. Для решения этой проблемы предлагается распределять нагрузку, т.е. когда одна и та же ФК размещается на нескольких серверах и для достижения эффективности работы распределенной системы используется алгоритм баланса нагрузки. Решение о выборе адреса ФК принимается на основании ранжирования серверов в соответствии с приоритетами, которые определяются по загруженности процессоров, пропускной способности канала между серверами (отношения доступа между узлами), числу необработанных запросов.

В четвертой главе рассматривается метод управления процессами. Целью применения онтологического подхода к управлению процессами является обеспечение возможности специалистам-предметникам самими формировать процессы, определять порядок и условия следования действий в процессе, вводить в процессы новые понятия. Такой подход позволяет своевременно реагировать на изменения процессов, а так же позволяет разработчикам АИС оперативно создавать новые ИС и изменять существующие.

Элементарные процессы реализуют некоторую элементарную функциональность (прикладную или управляющую). Составные процессы состоят из других составных и элементарных процессов. Доступ к элементарным и составным процессам определяется для ролей пользователей проектов на основании аксиом и теорем доступа, с учетом транзитивности отношений включения.

В работе показано, что с помощью отношений между процессами (следования и включения) и между процессами и условиями (истинности и ложности) можно описать процесс любой сложности. Приведен алгоритм восстановления процесса по его онтологическому описанию. Алгоритм, используя отношения включения, позволяет получать все, входящие в составной элементарные и составные процессы. Используя отношения истинности и ложности, воспроизводится ветвление в маршруте процесса. Используя отношения следования, воспроизводится последовательная активность. Параллельная активность реализуется наличием нескольких (больше 1) процессов, не имеющих отношения следования внутри составного процесса.

Рассмотрена проблема контроля выполнения процессов, которая решается с помощью онтологической модели событий и их отношений с процессами. Описана схема определения получателя сообщения о событии, например, на выполнение процесса. Схема использует отношения доступа между ролью и процессом, отношения назначения между ролью и пользователем, отношения, описывающие составной процесс.

В пятой главе диссертационной работы рассматриваются методы и технологии разработки АИС вуза. Рассмотрена сетевая архитектура АИС вуза с филиалами. Приведен анализ требований к ИС, которые разрабатываются в рамках АИС. Архитектура таких ИС должна быть компонентной, использующей существующие в семантическом базисе ФК, должны применяться компоненты аутентификации и авторизации и управляющая компонента для маршрутизации запросов. Создание новых понятий в новых ИС возможно только при отсутствии их в АИС, использование в новых ИС существующих понятий либо средствами ФК, либо средствами системы управления понятиями. Вновь созданные ИС регистрируются как проект АИС со своей учетной записью, описываются права на понятия, описываются отношения новых ФК с серверами (отношения функционирования) и с понятиями, пользователями системы являются пользователи, зарегистрированные в АИС, и управление их правами в новом проекте осуществляется через единую систему управления правами АИС.

Описано решение по логическому управлению пользователями сети вуза, включая файловый сервер. Рассмотрена система единой регистрации и

управления правами пользователей. Система позволяет регистрировать пользователя в АИС на основе сведений о положении пользователя в вузе (для студентов/сотрудников/родителей студентов/выпускников), создавать новые данные (внешние пользователи/школьники/участники конференции) или регистрировать учетные записи, ассоциированные с проектами и ФК. Подсистема управления правами позволяет автоматизировать управление правами пользователей АИС на основании аксиом и теорем, рассмотренных в 3-ей главе. Описана схема назначения роли пользователю. Для поддержания учетных записей и прав пользователей АИС в актуальном состоянии подсистема актуализации, используя онтологическое описание, изменяет права пользователя и области доступа, реализует новые экземпляры отношений доступа.

В главе рассмотрена система управления понятиями, которая обеспечивает создание, редактирование, изменение понятий, их атрибутов и отношений с другими понятиями. Система управления понятиями использует систему управления доступом для назначения прав на редактирование, использование отдельных понятий, отдельных атрибутов понятий и на редактирование семантики понятий.

В главе рассматривается функционально-онтологический подход к разработке процессов в АИС. Предлагается использовать методологии IDEF0, функционального, онтологического и объектно-ориентированного подхода для проектирования сложной АИС. Описана схема декомпозиции процессов, а также сформулированы и обоснованы критерии детализации процессов, механизмов исполнения и ограничений.

В пятой главе описана методика интеграции унаследованных и сторонних ИС в АИС.

В шестой главе рассматривается реализация АИС во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса (ВГУЭС), опыт адаптации АИС в Якутском государственном университете (ЯГУ) им М.К. Амосова, а также предложена методика оценки АИС вуза и выполнена оценка АИС ВГУЭС.

На основании предложенных в работе решений во ВГУЭС разработана, внедрена, сопровождается и эксплуатируется АИС, автоматизирующая следующие основные процессы вуза:

- управление учебным процессом (формирование образовательных программ, учебных планов, процессы приемной комиссии, управление контингентом студентов, их успеваемостью, расчет нагрузки на кафедру и распределение ее по преподавателям, расчет штатного расписания, формирования графика учебного процесса, составление расписания занятий, управление учебно-методической обеспеченностью, учет срывов занятий, отчетность преподавателя, учет достижений преподавателя, расчет рейтинга преподавателя);
- образовательный процесс (электронное обучение, тестирование, полнотекстовое хранилище цифровых материалов);
- управление научными исследованиями (управление научно-исследовательскими проектами, контингентом аспирантов, их успеваемостью,

публикациями сотрудников, научно-исследовательской работой студентов, научными конференциями);

- административное управление (управление персоналом и организационной структурой, управление недвижимостью, общежитием, доступом в помещения, приказами, контроль исполнения поручений, регистрация входящих документов, получение отчетов по всем направлениям деятельности);
- управление финансами и управленческий учет (расчет заработной платы, начисление стипендии, управление договорами со студентами и со сторонними организациями, управление материальными ресурсами, бюджетирование);
- управление информационными ресурсами (управление пользователями, понятиями, системами, инфраструктурой, сайтом, веб-страницами подразделений, проектов, преподавателей и студентов, доступом к телематическим сервисам (Интернет и электронная почта), к сети, к файловому серверу).

Вопросы интеграции пользователей, данных, приложений обсуждаются на примере различных систем АИС ВГУЭС и АИС ЯГУ.

Оценка эффективности автоматизации предполагает оценку эффективности разработки, сопровождения и эксплуатации. Для того чтобы оценить каждую из этих характеристик необходимо определить критерии, описывающие результативность достижений. Комплексная оценка характеристики представляет собой взвешенную сумму критериев $F(X, \alpha) = \sum_{i=1}^n \alpha_i f_i(x_i)$. Для формирования системы критериев разработана методика оценки АИС вуза, которая базируется на двух стандартах ISO 9126 и COBIT. Но так как, АИС вуза имеет особенности, в работе предложены, предложены дополнительные критерии. Сформированы критерии и выполнена оценка АИС по двум направлениям: насколько АИС вуза является основой деятельности вуза и насколько повысилась эффективность разработки, сопровождения и эксплуатации системы.

По каждому направлению на основании метода парных сравнений, а также методов анализа иерархии и золотого сечения определены коэффициенты для каждого критерия (α_i) и значения качественных критериев. Для количественных критериев используется $f(x_i) = x_i / x_i^{\max}$. Общее число критериев 90.

Выполнено сравнение критериев идеальной АИС, АИС до внедрения предлагаемых в работе решений и АИС после внедрения. Эффективность разработки ИС в АИС повысилась в 4,8 раз, сопровождения – в 5,7 раз, эксплуатации – в 3,4 раз.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

1. Разработаны теоретические принципы эффективного построения, сопровождения и эксплуатации информационной системы, автоматизирующей деятельность вуза. Принципы предполагает разработку методов, обеспечивающих высокоуровневую автоматизацию процессов всего спектра направлений деятельности вуза (управление учебным процессом, поддержка образовательного процесса, управление научно-исследовательской работой, административное управление вузом, управление финансами, управления информационной системой), методов высокоуровневой интеграции и

поддержки качества данных, схемы управления функциональностью информационной системы, модели автоматизированного управления доступом к ресурсам вуза. Преимуществом разработанных принципов является решение основных проблем, стоящих перед разработчиками системы с помощью единой модели, включающей формализованные описания процессов, поведения и понятий предметной области деятельности образовательных учреждений.

2. Разработан метод управления процессами, включающий описание маршрутов процессов, что позволяет формировать на основе онтологической модели составные процессы, реализовывать их выполнение, обеспечивать доступ к их реализации и контроль исполнения, а также разработана схема управления функциональными компонентами, реализующими элементарные процессы, на основе онтологического описания элементов АИС, включающая автоматизацию маршрутизации запросов к компонентам, управления доступом к компонентам и распределения нагрузки. Подход позволяет обеспечивать эффективную эксплуатацию постоянно расширяющейся и меняющейся функциональности АИС вуза, обеспечивает масштабирование системы по серверам, базам данных, пользователям. Разработанный метод поддерживает частые изменения в процессах, изменения в понятиях предметной области, быстрое формирование новых процессов, используя существующую функциональность.
3. Разработан алгоритм интеграции данных по требованию, обеспечивающий выполнение распределенных запросов на основании онтологического описания отношений между понятиями. Алгоритм позволяет формировать запросы к данным, настраивать отчеты пользователям системы, что обеспечивает постоянно меняющиеся требования вуза к предоставляемой отчетности. Кроме этого, алгоритм поддерживает изменения в семантике понятий и в источниках данных. Разработан метод поддержки качества данных, использующий онтологическое описание понятий, ограничений на атрибуты понятия и отношений. Метод включает также алгоритм автоматической репликации, автоматизирующий принятие решений о необходимости репликаций, порядке выполнения репликаций, решении проблем, возникающих в процессе репликаций. Алгоритм обеспечивает решение проблем, стоящих перед вузом с распределенной инфраструктурой с филиалами. Высокоуровневые методы поддержки качества данных обеспечивают эффективное управление в условиях частых изменений в требованиях к данным, свойственных вузам. Качество данных с использованием предлагаемых алгоритмов повышается в 1,7 раз.
4. Разработана модель системы автоматизированного управления правами пользователей ко всем элементам АИС, также включающая назначения прав на основе правил. Модель обеспечивает автоматизацию процессов управления доступом в вузе, где масштаб назначений и изменений не позволяет выполнять эти процедуры вручную. С использованием модели эффективность управления пользователями возросла в 17 раз.

5. Разработана онтологическая модель автоматизированной информационной системы вуза. Онтологическая модель описывает понятия из 3-х онтологий: предметной области управления вузом, области управления процессами и ИТ-области. Определены отношения между понятиями внутри онтологий и между онтологиями. Для этих понятий и отношений сформулированы 50 аксиом и доказаны 54 теоремы. Модель формализует принцип построения автоматизированной системы управления процессами вуза.
6. Разработаны и апробированы инструментальные средства – система управления доступом, система управления понятиями АИС и их отношениями, система формирования составных процессов, система формирования отчетов, система поддержки качества данных, система управления функциональными компонентами, а также разработаны на их основе многочисленные системы, автоматизирующие процессы деятельности вуза (управление учебным процессом - планирование учебного процесса, приемная комиссия, управление контингентом студентов, отчетность и расчет рейтинга преподавателя, организация учебного процесса, управление научно-исследовательской работой - управление контингентом аспирантов, управление научными проектами, публикациями, проведение учебного процесса — обучающие и тестирующие системы, полнотекстовое хранилище, административное управление, в том числе управление общежитием, помещениями, доступом в помещения, управление финансами, управление сайтом, корпоративный портал). Для сравнения реализованных решений разработана методика оценки АИС, учитывающая специфику вузов в качестве объектов автоматизации, и выполнено сравнение реализованного решения с идеальной АИС и системой, которая была до внедрения специализированных инструментальных средств. А также по отдельным показателям выполнено сравнение с АИС некоторых известных в области информатизации вузов. Разработанные системы внедрены во Владивостокском государственном университете экономики и сервиса и в Якутском государственном университете им. М.К. Аммосова. Полученные в работе результаты ориентированы на учреждения высшего профессионального образования, однако многие из них могут быть использованы и в учреждениях средне специального образования. Оценка показывает, что предлагаемые решения позволяют повысить эффективность разработки 4,8 раз, эффективность сопровождения в 5,7 раз, эффективность эксплуатации 3,4 раз.

Основные публикации автора

Публикации в журналах из списка рекомендованных ВАК

- [1] Архипова Е.Н., Крюков В.В., Шахгельдян К.И.. Информационно-обучающая среда на основе Java-технологии и сервисов Интернет//Дистанционное образование (Открытое образование). - 1999.- №5.- С. 11-17.
- [2] Крюков В.В., Майоров В.С., Шахгельдян К.И. Алгоритм баланса нагрузки для обеспечения режима реального времени в распределенной системе сбора и обработки данных//Информационные технологии.- 2004.-№7.- С. 11-17.

- [3] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Развитие информационной инфраструктуры вуза для решения задач управления//Университетское управление: практика и анализ. -2004. - №4.- С. 67-77.
- [4] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Типовые организационные и технологические решения для создания региональной информационной среды вуза и филиалов//Открытое образование.- 2004.- №5.- С. 38-52.
- [5] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Информационные технологии в управлении вузом//Университетское управление: практика и анализ. - 2005. - №2.- С. 85-94.
- [6] Шахгельдян К.И. Модель обобщенного репозитория метаданных корпоративной информационной среды вуза//Системы управления и информационные технологии.-2006.-№2.1(24).-С. 201-204.
- [7] Шахгельдян К.И., Крюков В.В., Гмарь Д.В. Система автоматического управления правами доступа к информационным ресурсам вуза//Информационные технологии.- 2006.- №2.- С. 19-29.
- [8] Шахгельдян К.И., Садон Е.В. Проблемы развития и внедрения системы тестирования в высшем учебном заведении//Открытое образование.-2006.- №2.- С. 28-40.
- [9] Шахгельдян К.И. Проблемы качества данных и информации в корпоративной информационной среде вуза//Информационные технологии. -2007.- №6.- С. 71-80.
- [10] Шахгельдян К.И. Применение онтологического подхода к корпоративной информационной среде вуза //ИТ Ведомости СПбГТУ.-2007.-№4.-С. 189-194.
- [11] Шахгельдян К.И. Управление корпоративной информационной средой с использованием онтологий//ИТ Ведомости СПбГПУ.-2008.-№4 (62).- С. 95-102.
- [12] Шахгельдян К.И. Автоматическая репликация данных в корпоративной информационной среде//ИТ Ведомости СПбГПУ.-2008.-№3 (60).- С. 25-33.
- [13] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Концепция жизнеспособной информационной среды вуза//ИТ Ведомости СПбГПУ.-2009.-№2.-С.207-212.
- [14] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Методика оценки корпоративной информационной среды вуза//ИТ Ведомости СПбГПУ.-2009.-№2.-С. 212-221.

Монография

- [15] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Корпоративная информационная среда вуза: методология, модели, решения. Монография.- Владивосток: Дальнаука, 2007. - 308 с.

Свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ

- [16] Архипова Е.Н., Гладкий А.В., Крюков В.В., Кулагин В.С., Мамаев М.А., Шахгельдян К.И. Интегрированная обучающая среда Аванта. РОСПАТЕНТ. Свидетельство №2000611195 от 01.08.2000.

- [17] Архипова Е.Н., Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Система интерактивного тестирования обучаемых СИТО. РОСПАТЕНТ. Свидетельство № 2006613663 от 20.10.2006.
- [18] Шахгельдян К.И., Архипова Е.Н. Успеваемость. РОСПАТЕНТ. свидетельство №2007611736 от 09.03.2007.
- [19] Крюков В.В., Шахгельдян К.И., Капустин Р.А Система управления доступом в помещения на основе идентификационных пластиковых карт. РОСПАТЕНТ. Свидетельство №2007610814 от 09.03.2007.

Другие публикации

- [20] Архипова Е.Н., Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Разработка и внедрение интегрированных Интернет-сред обучения и тестирования//Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Kazan, Russia, 2002. -pp. 312-314.
- [21] Крюков В.В., Майоров В.С., Шахгельдян К.И. Реализация корпоративной вычислительной сети вуза на базе технологи Active Directory//Труды всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет». (Новороссийск). –М.: Из-во МГУ, 2002. С.253-255.
- [22] Крюков В.В., Майоров В.С., Шахгельдян К.И. Перепроектирование сетевой инфраструктуры для развития интегрированной информационной среды вуза//Труды всероссийской научно-методической конференции Телематика 2002. С.-Петербург, 2002. С.126-127.
- [23] Архипова Е.Н., Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Разработка и внедрение интегрированных Интернет-сред обучения и тестирования//Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Kazan, Russia, 2002. pp. 312-314.
- [24] Крюков В.В., Майоров В.В., Шахгельдян К.И. Управление и мониторинг корпоративной вычислительной сети вуза //Труды Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет». Новороссийск. -М.: Из-во МГУ, 2003. -С. 227-231.
- [25] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Формирование корпоративной информационной среды вуза//Сборник трудов международного конгресса конференций «Информационные технологии в образовании». - М.: Просвещение, 2003. С.213-214.
- [26] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Интеграция образовательных ресурсов в единый корпоративный портал//Сборник трудов международного конгресса конференций «Информационные технологии в образовании». - М.: Просвещение, 2003. С.155-156.
- [27] Крюков В.В., Майоров В.В., Шахгельдян К.И. Управление доступом пользователей к корпоративным информационным ресурсам вуза//Труды всероссийской научно-методической конференции Телематика-2003. СПб., 2003.
- [28] Гмарь Д.В., Крюков В.В., Майоров В.В., Шахгельдян К.И. Единая система регистрации и управления доступом к информационным ресурсам вуза//Труды Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет», Новороссийск, 2003. С. 135-138.

- [29] Shakhgeldyan C.J., Kryukov V.V. Integration of University Information Resources into the Unified Information Environment//Proceedings of 10-th International Conference of European University Information Systems EUNIS 2004. Slovenia, 2004.- pp. 321-327.
- [30] Шахгельдян К.И. Корпоративный информационно-образовательный портал университета//Материалы XXXI Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе». Украина, Ялта, Гурзуф, 2004.
- [31] Крюков В.В., Майоров В.С., Шахгельдян К.И. Архитектура распределенной информационной среды вуза и филиалов//Материалы XXXI Международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе». Украина, Ялта, Гурзуф., 2004. С.267-268.
- [32] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Проблемы интеграции данных и унификации доступа к приложениям в единой информационной среде вуза//Труды всероссийской научно-методической конференции Телематика 2004. СПб., 2004.
- [33] Шахгельдян К.И. Опыт интеграции при разработке информационной среды вуза//Приложение к журналу "Открытое образование". Материалы Всероссийской научно-методической конференции "Открытое образование и информационные технологии".- Пенза.-2005. - С. 368-371.
- [34] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Информационная среда как элемент управления вузом//Контроллинг.- 2005.- №2(14) - С. 46-55.
- [35] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Проблемы создания интегрированной информационной среды вуза//Телекоммуникации и образование. - 2005.- №6.- С. 56-68.
- [36] Shakhgeldyan C., Kryukov V. The Issues of Developing University's integrated information environment//Proceedings of International Scientific Conference «Information technologies and Telecommunications in Education and Science». Turkey, 2005. - pp. 109-111.
- [37] Shakhgeldyan K., Kryukov V. Middleware Components in the Distributed Integrated University Environment//Proceedings of the 11-th International Conference of European University Information Systems EUNIS 2005. UK, 2005.
- [38] Arkhipova E., Tingaev A., Shakhgeldyan K.. Testing Information System at Vladivostok State University of Economics//Proceedings of Distance Learning and Internet Conference. Russia, 2005. pp.108-112
- [39] Шахгельдян К.И., Крюков В.В. Развитие информационной среды вуза//Труды VI Всероссийской научно-технической конференции «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий». Улан-Удэ: Из-во ВСГТУ, 2005, С. 298-303.
- [40] Шахгельдян К.И. Корпоративная информационная среда: подход, основанный на понятиях//Информационные технологии моделирования и управления.-2006.-№4(29). - С. 503-510.

- [41] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Корпоративная информационная среда как основа востребованных ИТ-решений в вузе//Труды международной конференции «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке». – Владивосток, 2006. С.65-72.
- [42] Князев В.А., Шахгельдян К.И. Управление бизнес процессом расчета и начисления стипендии в корпоративной информационной среде ВУЗа//Труды международной конференции «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке». Владивосток, 2006. С. 52- 57.
- [43] Капустин Р.А., Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Организация доступа к ресурсам вуза основе идентификационных пластиковых карт//Труды международной конференции «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке». Владивосток, 2006. С. 42-46.
- [44] Гмарь Д.В., Шахгельдян К.И. Некоторые вопросы формирования корпоративного портала//Сборник трудов международной конференции «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке». - Владивосток, 2006. С. 20-26.
- [45] Гмарь Д.В., Шахгельдян К.И. Информационная система управления справочниками корпоративной информационной среды//Сборник трудов международной конференции «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке». - Владивосток, 2006. С. 26-31.
- [46] Вышиванов М.А., Шахгельдян К.И. К вопросу о получении доступа филиалов к информационным ресурсам вуза//Сборник трудов международной конференции «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке». Владивосток, 2006. С. 15-19.
- [47] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Корпоративная информационная среда как основа управления бизнес-процессами вуза//Сборник трудов XVI международной конференции «Информационные технологии в образовании» (ИТО-2006). М.:-2006, С.19-21.
- [48] Шахгельдян К.И. Инфокоммуникационные системы и технологии: проблемы и перспективы. Кол. монография/под общ. ред. проф. А.В. Бабкина. – СПб.: Из-во СПбГТУ, 2007. – 593 с. (авторские 7-41).
- [49] Шахгельдян К.И. Управленческие инновации в вузе. Кол. монография/под общ. ред. проф. Г.И. Лазарева.- Владивосток: Из-во ВГУЭС, 2007. -300 с. (авторские 206-253).
- [50] Шахгельдян К.И. Функционально-онтологический подход к построению корпоративной информационной среды вуза//Сборник научных трудов «Информационные и телекоммуникационные системы и технологии».- СПб.: Из-во СПбГТУ, 2007.- С.56-76.
- [51] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Вопросы создания университетского образовательного портала как части корпоративной информационной среды вуза//Сборник статей «Образовательные порталы». М.: Просвещение, 2007.- Вып.5.- С. 362-385.
- [52] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Разработка информационной среды на базе комплексного подхода//Труды всероссийской научно-методической конференции Телематика. –СПб.; Из-во СПбГУ ИТМО, 2007.

- [53] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Комплексный подход к построению корпоративной информационной среды вуза//Труды Международной научной конференции «Информационные технологии и телекоммуникации в образовании и науке».- Турция.-2007.
- [54] Шахгельдян К.И., Князев В.А. Проблема интеграции филиалов и КИС вуза на уровне данных//Труды VIII Всероссийской научно-технической конференции «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий» ТПВСИТ. -Улан-Удэ: Из-во ВСГТУ, 2007.- С. 391-395.
- [55] Игнатова Ю. А., Майоров В.С., Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Внедрение и сопровождение системы мониторинга и сбора сетевой статистики в корпоративной информационной среде вуза// Труды Международной научно-практической конференции «Информационная среда XXI века».- Петрозаводск: Из-во ПетрГУ, 2007.
- [56] Капустин Р.А., Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Анализ использования идентификационных пластиковых карт в управлении вузом// Труды Международной научно-практической конференции «Информационная среда XXI века».-Петрозаводск: Из-во ПетрГУ, 2007.
- [57] Шахгельдян К.И., Гмарь Д.В., Вышиванов М.А., Внязев В.А. Внедрение информационных систем в корпоративную информационную среду вуза//Труды межрегиональной научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании и научной деятельности». Хабаровск. 2008, С. 110-116.
- [58] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Концепция развития информационной среды вуза//Труды межрегиональной научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании и научной деятельности». Хабаровск, 2008. С. 42-48.
- [59] Шахгельдян К.И. К вопросу об адаптивности корпоративной информационной среды//Труды Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет: решение больших задач» (22-27 сентября 2008 г., г. Новороссийск).- М.: Изд-во МГУ, 2008. - С.375-377.
- [60] Шахгельдян К.И. К вопросу о жизнеспособной корпоративной информационной среде//Труды Всероссийской научно-методической конференции Телематика. -СПб.; Из-во СПбГУ ИТМО, 2008. С. 204-205.
- [61] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Организация ИТ-службы вуза // Список трудов XVI Всероссийской научно-методической конференции Телематика. -СПб.: Из-во СПбГУ ИТМО, 2009.-С. 31-32.
- [62] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Информационные системы управления вузом// Список трудов XVI Всероссийской научно-методической конференции Телематика. - СПб.: Из-во СПбГУ ИТМО, 2009.-С. 32-34
- [63] Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Решение проблем сопровождения и эксплуатации корпоративной информационной среды вуза//Труды Международной научно-практической конференции «Информационная среда XXI века».- Петрозаводск: Из-во ПетрГУ, 2009.